

# 王东沟流域人地关系分析与预测

宋桂琴 王丽芝 杨勤科 赵爱秋

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

**摘要** 通过对王东沟流域近15年人口与耕地数量的预测,得出结论:(1)人口增加与耕地减少的矛盾将随着社会与经济发展有所缓和;(2)人地矛盾缓和的进程取决于采取措施的力度;(3)目前农村经济发展的关键在于科学指导与必要的扶持。

**关键词** 王东沟 人地关系 预测

## Analysis and Prediction on Human—Environment Correlation in Wangdong Gully Watershed

*Song Guiqin Wang Lizhi Yang Qinke Zhao Aiqiu*

*(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and  
Ministry of Water Resources, 712100, Yangling, Shaanxi)*

**Abstract** The predictive amounts of population and farmland in the coming 15 years in Wangdong gully watershed were analysed. Consequential conclusions are as follows: (1) the conflict of population increasing and farmland decreasing will ease up with the social and economic development in the future. (2) the course of the easing depends on the measures adopted. (3) the scientific guide and requisite capital support is the key to current rural economic development.

**Key words** Wangdong gully; human—environment correlation; prediction

80年代末,世界人口密度40人/km<sup>2</sup>,人口自然增长率17.3%;欧洲人口密度105人/km<sup>2</sup>,增长率2.3%;亚洲人口密度113人/km<sup>2</sup>,增长率18.5%;中国人口密度120人/km<sup>2</sup>,增长率13.9%。在这些数字面前,识者已普遍感到了人口资源环境的潜在危机。人口的持续增长使人均资源量急剧下降,“究竟地球上能养活多少人”的问题被提出。

黄土高原、尤其是高原沟壑区,人口稠密,经济不发达,人口与土地资源的矛盾日渐突出,事关生存与发展大计,有必要作些深入地剖析。

### 1 王东沟流域自然概况

王东沟流域作为高原沟壑区的典型代表,土地类型分为塬、坡、沟三大部分,其面积分别占总土地的35%、37.3%和27.7%,适于发展以种植业为主的多种经营。农业开发历史较久,交通

① 收稿日期:1995—09—10

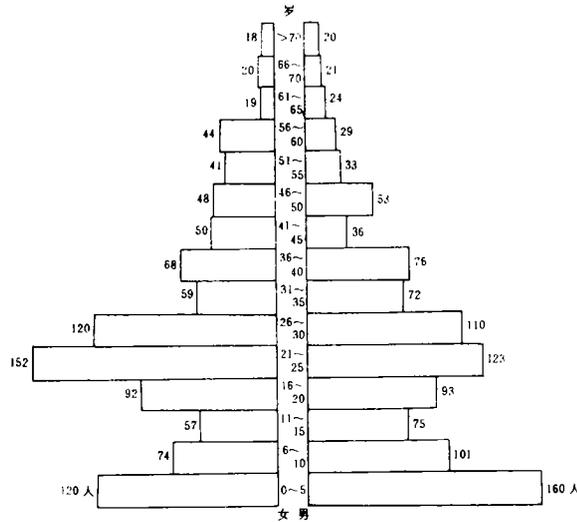
发达,人多地少。多年(1957年至1982年)平均降水量584mm,塬高沟深,可利用的地下水资源很有限,属典型的旱作农业区。近10年只有两年超过平均降水量,近5年(1991~1995年)均低于平均降水量,旱灾频繁。

## 2 王东沟流域人口与土地现状

王东沟流域总土地面积830hm<sup>2</sup>,开垦指数52.3%,已无后备土地资源。“七五”第一年(1986年)人口为1 976人,人口密度238人/km<sup>2</sup>,人均耕地0.153hm<sup>2</sup>;“八五”第一年(1991年)为2 014人,人口密度243人/km<sup>2</sup>,人均耕地已不足0.132hm<sup>2</sup>;到“八五”末,人口密度将突破260人/km<sup>2</sup>,人均耕地已不足0.11hm<sup>2</sup>。两个五年计划期间,人口分别以21.3%和18.3%的速度递增,人均耕地则以3.3%的速度递减。人均粮田已由10年前的0.132hm<sup>2</sup>降为0.07hm<sup>2</sup>,在现有生产力水平下,一遇自然灾害、尤其是严重的旱灾,粮食单产减少1/3甚至2/3,致使粮食自给缺乏保证。

下面分析人口问题,以1991年人口为基础,因此,将该年人口调查情况作以介绍。

我们采取逐户调查的方法,获得了流域内两个行政村的人口状态,文化程度,生育与死亡等数据。将人口状态数据按5岁间距的年龄、性别进行整理,并绘成圣诞树形结构图(见附图),该图显示,以1~5岁的人口(280人)为最宽幅的底座,6~10岁和11~15岁稍有收缩后,从16~20岁扩张至21~25岁形成第2个宽幅,26~30岁为第3个宽幅,再向上基本上是均匀收缩直到顶端。研究表明,圣诞树形人口结构属于偏稳定增长型。21~25岁这个宽幅说明,今后5年甚至更长时间都将是人口增长的高峰期。人口增长高峰的形成除生育基数大的因素外,生育胎数



附图 王东沟试区人口年龄、性别结构

是重要原因。从调查结果看,育龄妇女的活产子女中单子女率只有20.8%,双子女率53.4%,多子女率25.8%,即平均生育胎数已达到2胎,与计划生育政策背道而驰。

## 3 王东沟流域人口预测

目前常用的人口增长预测方法有两种,一种是综合控制论、系统论、信息论与计算机技术一体的系统动力学方法;另一种是依据人口状况数据的分布特点,建立离散型数学模型。建立这种模型的前提,是以计划生育的国策为根本依据,科学而正确地实施计划生育政策,通过节制育龄妇女的生育率达到控制人口增殖,使今后不同年份的人口数量,男女比例,劳力等各方面的人口状态与预测情况更加吻合。

根据王东沟现有资料情况,选用建立离散型数学模型的预测方法。将模型描述如下:

以 X 为状态变量,t 以年为单位的时间变量,从0周岁开始到最大年龄 m 周岁的人口状态

表示为:

$$\text{女性人口: } X_r^w(t)$$

$$\text{男性人口: } X_r^m(t)$$

$$r = 0, 1, 2, \dots, m$$

$$\text{同时, 女性死亡率: } D_r^w(t)$$

$$\text{男性死亡率: } D_r^m(t)$$

$$r = 0, 1, 2, \dots, m - 1$$

$t$ 年不同性别不同年龄的人口,又按其各自的死亡率逐年减少。到 $t + 1$ 年时,人口状态分布为:

$$\text{女性: } X_{r+1}^w(t+1) = [1 - D_r^w(t)]X_r^w(t)$$

$$\text{男性: } X_{r+1}^m(t+1) = [1 - D_r^m(t)]X_r^m(t)$$

当0周岁人口到 $t + 1$ (即 $0 + 1$ )变为1周岁人口以后,又有 $t$ 到 $t + 1$ 年中新生的不满1周岁的婴儿 $X_0(t + 1)$ 进入到人口状态行列,这是从0到 $m$ 周岁不断转移的过程,可表示为:

$$X_0(t + 1) = [1 - D_{00}(t)]B(t + 1)$$

式中:  $D_{00}(t) = \frac{B(t) - X_0(t)}{B(t)}$ , 式中:  $D_{00}(t)$ 为相应时段婴儿死亡率;  $B(t + 1)$ 为 $(t, t + 1)$ 一年间的新生活婴儿数;  $X_0(t)$ 为 $t$ 年存活的婴儿总数。

由上述可见,能够计划生育的关键在于调整和控制活产婴儿 $B(t + 1)$ 的大小,它可由下式来控制:

$$B(t + 1) = J(t) \sum_{r=r_1}^{r_2} h_r X_r^w(t)$$

式中:  $J(t)$ 为控制生育胎数;  $[r_1, r_2]$ 为育龄区间,国际上规定为 $r_1 = 15, r_2 = 49$ 岁,  $h_r$ 为妇女生育模式值,它由实际生育率加权得到。

由上述可见,调整 $J(t)$ 和 $h_r$ 可达到控制人口增长数量的目的。

根据上述人口生育和状态转移原理,建立人口预测的递推公式如下:

$$X_0(t + 1) = [1 - D_{00}(t)]B(t + 1)$$

$$X_1(t + 1) = (1 - D_0(t))X_0(t)$$

$$X_2(t + 1) = (1 - D_1(t))X_1(t)$$

$$\vdots$$

$$X_m(t + 1) = (1 - D_{m-1}(t))X_{m-1}(t)$$

计算用原始数据有如下几项:预测年数 $N = 10$ 年,分女性男性的人口状态数据表(略),妇女生育模式值表(略),分女性男性死亡率表(略)。

应用上述离散型人口预测模型计算的结果如表1。显而易见,近几年人口增殖居高不下,其中可控制的原因是生育胎数多,国家政策是提倡一对夫妇只生一个孩子,而实际的人口增殖数与预测1.8胎相吻合,这是农村经济与文化水平决定的。王东沟1991年文盲率平均为29.9%,其中交通不便的两个自然村高达53%~65%。因此,从实际情况出发,未来15年内能杜绝多胎,将平均生育胎数控制在1.5胎,到2006年人口自然增长率才能降到目前国家规定的12.5%以下,总人口达到2 433人,人口密度293人/ $\text{km}^2$ ,到2010年以后自然增长率在7%以下,2020年后只有微弱增长,直至实现人口的动态平衡。如若将生育胎数控制到1.0,到2006年以后人口自然增长

率在6‰以下,到2020年即可实现人口的动态平衡。

表1 人口预测结果对照

年份 (年)	预测1.0胎		预测1.5胎		预测1.8胎		实际	
	增长率	总人口	增长率‰	总人口	增长率‰	总人口	增长率‰	总人口
1991	基础年	2014					23.0	2014
1992	13	2038	21	2045	25	2053	22.3	2052
1993	11	2059	17	2070	20	2084	17.6	2088
1994	12	2080	21	2103	25	2125	15.3	2126
1995	12	2105	21	2139	24	2170		2162
1997	11	2147	17	2196	20	2242		
1998	11	2168	18	2229	21	2283		
1999	10	2188	16	2260	19	2321		
2000	10	2207	17	2289	20	2358		
2001	9	2225	15	2316	18	2395		
2002	9	2243	15	2343	18	2432		
2003	8	2259	14	2367	17	2468		
2004	7	2272	13	2390	16	2503		
2005	9	2274	15	2415	18	2536		
2006	6	2285	12	2433	15	2566		

#### 4 王东沟流域耕地预测

耕地总量减少在一定时期内是大趋势。但减少的速度、幅度和规律存在着区域差异,比如,经济发达的平原区与经济相对落后的山区,非生产用地比例无论是现状或是预测未来都存在明显差距。具体到王东沟流域,未来的一个时段内,耕地将如何变化?试从以下几方面进行分析。

(1)村庄:塬区的村庄基本是在耕地上发展。根据王东沟近几年的实际调查统计,每净增一人需增加宅基地约0.1亩。“七五”期间每年净增人口近50人,“八五”近40人,每年新建房占用耕地在0.1%左右,但近几年村庄总面积不仅没增加,反而减少了几亩。原因之一,原来居住坡地的几十户村民搬迁到塬上,新宅基地严格按标准划拨,这样,占地面积比原宅基地减少了50%;原因之二,近几年陆续地复垦了几处废弃的宅基地。这标志着农民对土地的珍惜程度提高了,废弃多年的土地终于被启用。今后只要严格执行宅基地的面积标准,挤占耕地的问题是无足轻重的,况且人口增加的势头已逐渐减弱。

(2)道路:象长武是这样的地理位置以及原有的道路基础,国家级公路及铁路在短期内上新工程是有限的,乡镇间及村庄内部道路,只需在现有的基础上拓展。对王东沟来讲,目前的道路布局,再维持十几年不增加(不排除局部调整),也不会制约经济发展。

(3)砖厂等企业的发展:目前,王东沟砖厂是占地最多的企业,这种规模的企业发展速度是有限的,即使在十几年内再建1~2个,占用耕地也不过2.7~3.3hm<sup>2</sup>,按年度算,每年占用耕地只有0.1%~0.2%。

(4)果园:近几年果园的发展对王东沟耕地的影响最大,每年有几十亩甚至上百亩的耕地变成果园,“八五”期间果园每年以8.6%的速度递增,耕地以2.3%的速度递减。截止到1995年

人均果园将近 $0.03\text{hm}^2$ (户均 $0.13\text{hm}^2$ )。由于果树要求管理精细、技术含量高、投入劳力和资金强度大。在种植业与果业兼营的情况下,户均 $0.13\text{hm}^2$ 的水平已不宜再扩大规模。另外,农民从直观上已感觉到,不久的将来,苹果的市场可能要从卖方转向买方;再加上近几年旱灾使粮食减产,粮价的猛涨,对农民的思想有所震动。基于上述原因,王东沟的果园发展基本达到高峰。今后若干年内可能立足于低产业园和老果园的改造更新,没有技术和劳力的农户也可能弃果复耕,目前已有果苗成活率低的幼园即将放弃,据目前情况预测,果园占用耕地的现象至少不会再增加,还可能有所反弹。

(5)耕地利用仍有潜力:主要指有些老梯田修筑标准不高,或田面窄,或田埂太宽。还有林网肋地,房前屋后都存在着土地利用不充分的现象。如果拿出“珍惜每一寸土地”的精神,再增加几十亩耕地是完全可能的。

综合以上5方面的分析和预测,今后只要精心利用,严格管理,王东沟的耕地在2006年前,可以维持1995年的面积不再减少,弄得好还能有所回升,但人均耕地还是下降的(见表2),直到人口增长得到有效控制。

年份(年)	1991	1995	2000	2006
总耕地	256.4	241.6	242.6	242.6
人均耕地	0.131	0.112	0.106	0.1

## 5 结 论

(1)人地矛盾不会无限发展。人口增长与耕地有限的矛盾这一普遍存在的事实,不是绝对的,尤其对于早已意识到、并正在采取措施的我国。从上面对王东沟流域人口和耕地的预测中已经看到,人口增长率在下降,人口总量增加也将有尽头。耕地总量,到商品经济发展到一定程度时,也会向有利的方向发展。对王东沟的解剖,使我们对整个黄土高原的前景增强信心,因为象这样的人口密度毕竟是局部现象。

(2)措施的力度制约着人地矛盾发展的进程,抑制人地矛盾的发展,必须采取得力措施,理想的前景不会自然地到来。比如控制人口这一环,稍一放松,按1.8~2胎增殖,到2004年前人口密度就达 $300\text{人}/\text{km}^2$ ;若能逐步将生育胎数降到一胎,2006年后自然增长率就降到10%以下,21世纪30年代人口只会微弱地增加。可见,控制人口我们有很大的主动权。土地利用与管理也存在着同样的问题,无论是土地生产力或土地利用效率都有较大的潜力。若管理得好,耕地减少的粮食不足的问题会很快得到缓解;否则,压力将越来越大。

(3)就目前来说,类似王东沟这样的区域,农村经济落后的原因,主要不在于土地的紧缺,而首要的在于落后的思想观念,因为同样的土地数量和质量,村与村或户与户之间,在农作物单产和家庭收入方面有明显差距。富者采用新品种新方法,不失时机地选准投资方向,能很快得到回收;贫者往往墨守陈规。其次的原因,是薄弱的经济基础难以启动,所以,重要的问题在于科学的指导与必要的扶持。